Fosil Kayıtları ve Kambriyen Patlaması

Biyolojik Karmaşıklığın Ani İnşasına Dair Delillerin Analizi

Ders Sunumu

TERADİGMA

Kambriyen Dönemi: Zaman Cetvelindeki Yeri

Zaman Aralığı

Yaklaşık **538.8** milyon yıl önce başlar, 485.4 milyon yıl önce sona erer

Süre

Jeolojik olarak bir göz kırpması sayılabilecek ~13–25 milyon yıllık bir dilimde, neredeyse tüm temel hayvan vücut planları fosil kayıtlarında aniden belirir

Bilimsel Adı

Bu olaya bilimsel literatürde **"Kambriyen Patlaması"** adı verilir

Kambriyen Öncesi Dünya: Ediakara Dönemi

- Yaklaşık 635–538.8 milyon yıl öncesini kapsar; sakinleri büyük ölçüde yumuşak vücutlu, yaprak veya yorgan deseni benzeri basit yapılardır
- Canlıların çoğu deniz tabanındaki mikrobiyal matlara bağlı, hareketsizdir; özelleşmiş organ, uzuv veya karmaşık duyu sistemine sahip olduklarına dair kanıt yoktur
- Deniz tabanında yalnızca basit, yatay izler bırakmışlardır

Sahne Değişimi: Jeokimyasal Hazırlık

Oksijen Artışı

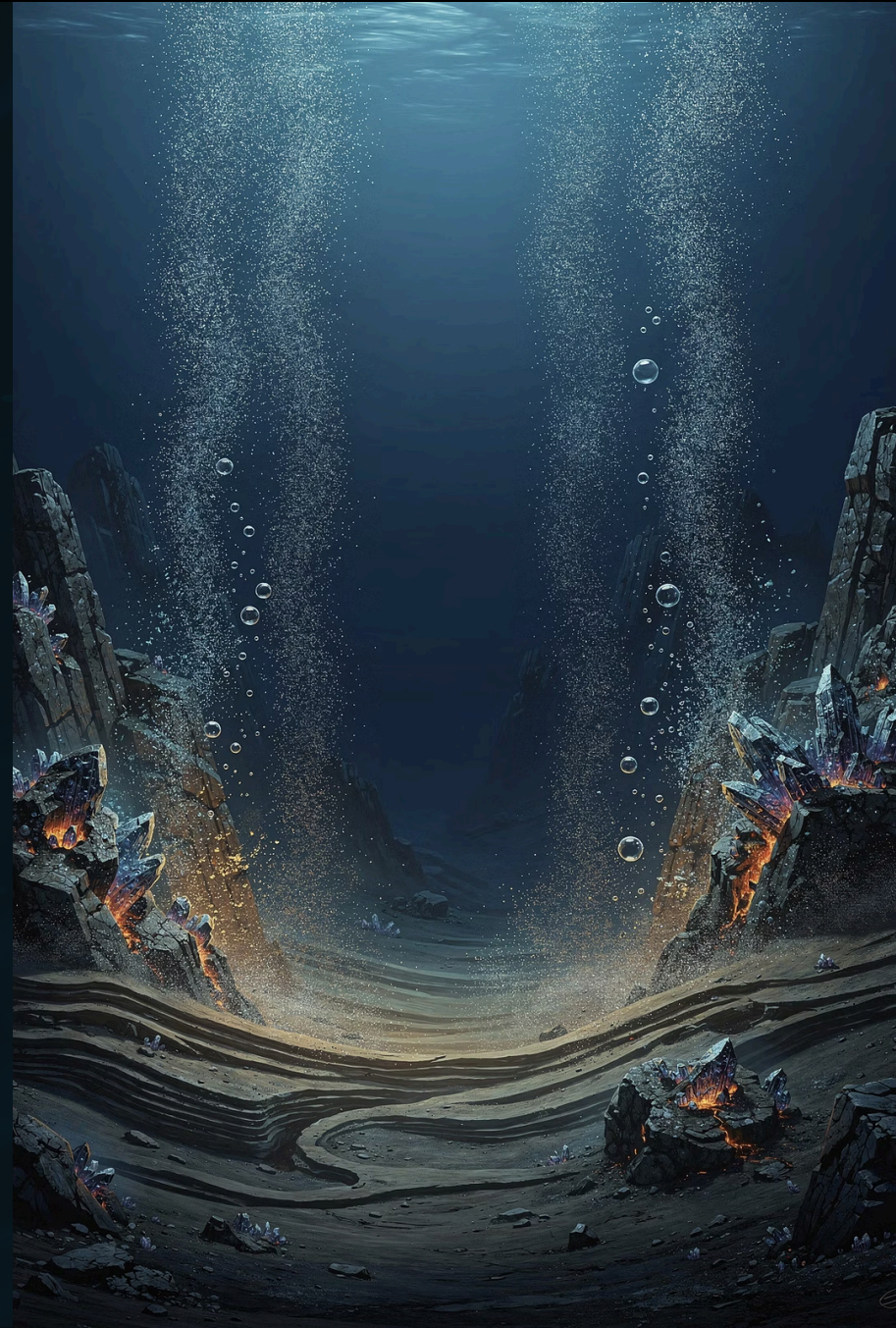
Okyanuslardaki çözünmüş oksijen seviyeleri, daha aktif ve yüksek enerjili metabolizmalara imkân tanıyacak biçimde bir artış sürecine dahil edilmiştir

Döngüsel Dalgalanmalar

Karbon, sülfür ve fosfor döngülerinde büyük dalgalanmalar yaşanmıştır

Eş Zamanlı Hazırlık

Hem sahne (çevre) hem de aktörler (canlılar) eş zamanlı, bütüncül bir düzenek içinde hazırlanmış görünmektedir



Biyolojik Devrimin İki Temel Yeniliği

1

Biyomineralizasyon

Kalsiyum karbonat ve kalsiyum fosfat kullanılarak sert kabuklar ve dış iskeletler inşa edilmesi yaygınlaşmıştır; bu yapılar fosilleşme potansiyelini de dramatik biçimde artırmıştır

2

Agronomik Devrim

Hayvanların deniz tabanı çökellerinin içine üç boyutlu ve karmaşık yuvalar kazdığı iz fosilleriyle belgelenmiştir; deniz tabanının fiziksel ve kimyasal yapısı kalıcı olarak değiştirilmiştir

Lagerstätten: Zamanın Olağanüstü Pencereleri

Yumuşak dokuların (sinirler, gözler, iç organlar) korunduğu özel fosil yataklarıdır; oksijensiz çamur katmanları altına hızlı gömülme bu korumayı mümkün kılmıştır.

Chengjiang Biyotası

518 My — Yunnan/Çin

Sirius Passet Biyotası

518 My — Kuzey Grönland

Emu Bay Şeyli

514 My — Avustralya

Burgess Şeyli

508 My — Britanya Kolumbiyası/Kanada

Lagerstätten'in Ortak Mesajı

→ Tutarlı Desen

Bu farklı coğrafyaların her biri tutarlı bir desen ortaya koyar: filumlar, aralarında açık ve kademeli ara formlar olmaksızın aniden ve tam teşekküllü olarak belirir

→ Sonraki Çeşitlenme

Daha alt seviyelerdeki çeşitlenme, temel mimari planlar ortaya çıktıktan *sonra* gerçekleşir

→ "Yukarıdan Aşağıya" Model

Bu **"yukarıdan aşağıya"** ortaya çıkış modeli; karmaşıklığın küçük adımlarla yavaş yavaş biriktiği beklentinin tam tersini sunar

Görme Sanatı: Trilobit Gözü

1

Kalsit Kristal Mercek

Her bir mercek, optik ekseni kusursuz hizalanmış tek bir kalsit kristalinden oluşturulmuştur

2

Çift Mercekli Yapı

Görüntüyü bozan küresel sapmayı düzelten çift mercekli bir yapıya sahip kılınmıştır

3

Yeniden Keşif

Bu optik prensip, yüzyıllar sonra Descartes ve Huygens tarafından insan yapımı teleskoplar için yeniden keşfedilmiştir

> 💭 Görme yetisi olmayan hücreler, kendilerinde bulunmayan bir optik prensibi uygulayarak nasıl bir araya gelip kusursuz bir göz inşa edebilir?

Görme Sanatı: *Anomalocaris* Gözü

24.000 Mercek

Saplı bileşik gözlerin her birinde 24.000'e kadar mercek bulunduğu tespit edilmiştir

Yüksek Görsel Çözünürlük

Bu, günümüzdeki yusufçuk gibi en keskin görüşe sahip böceklerle rekabet edebilecek bir görsel çözünürlük anlamına gelir

Besin Zinciri Tepesi

Kambriyen'in en başından itibaren besin zincirinin tepesinde, yüksek performanslı sensörlerle donatılmış avcılar konumlandırılmış olduğu anlaşılmaktadır

Merkezi Kontrol: Beyin ve Sinir Sistemi

Korunmuş Sinir Sistemleri

Chengjiang'dan *Chengjiangocaris* ve *Fuxianhuia* fosillerinde merkezi sinir sistemleri şaşırtıcı bir netlikte korunmuştur

Sinir Kordonları

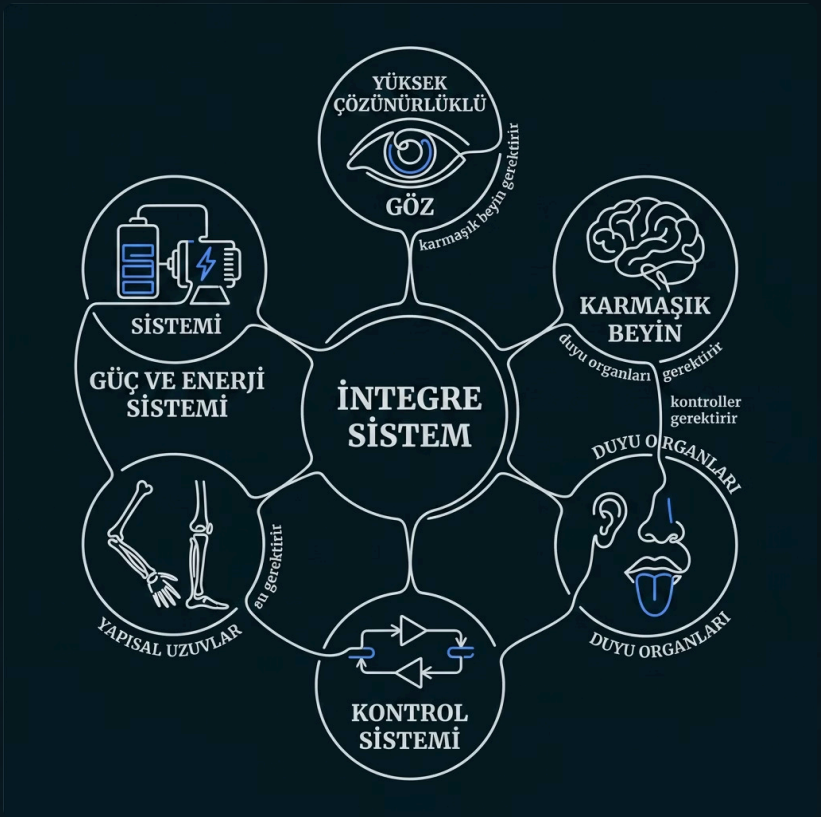
Her bir uzvu kontrol eden sinir düğümlerinden (gangliyon) oluşan sinir kordonları belgelenmiştir

Üç Bölümlü Beyin

Optik lobları da içeren, modern eklembacaklılarınkine benzer **üç bölümlü karmaşık bir beyin yapısı** tespit edilmiştir

Entegre Sistem Kurulumu

Göz, beyin ve uzuvlar ayrı ayrı ele alındığında şu tablo ortaya çıkar:



Göz → Beyin Bağımlılığı

Yüksek çözünürlüklü bir göz, görsel veriyi işleyecek karmaşık bir beyin olmadan işlevsizdir

Beyin → Sistem Bağımlılığı

Karmaşık bir beyin, gelişmiş duyu organları ve kontrol edilecek uzuvlar olmadan sınırlı bir fayda sağlar

Entegre Sistem Kurulumu

Bu durum, tüm bileşenlerin (güç, kontrol, sensörler, yapı) bir arada ve işlevsel bir bütün olarak inşa edildiği bir **entegre sistem** kurulumuna işaret eder

Kordalıların Kökeni: Kendi Filumumuzun Mimarisi

20–35 Hayvan Filumu

Kambriyen'de ortaya çıkan ~20–35 hayvan filumunun neredeyse tamamı fosil kayıtlarında bu dönemde ilk kez görülür

Pikaia ve *Myllokunmingia*

Burgess Şeyli'nden *Pikaia* ve Chengjiang'dan *Myllokunmingia*, ilkel omurga işlevi gören notokord ve V-şekilli kas blokları taşır

Kordalılar Filumunun Temeli

İnsanın da dahil olduğu Kordalılar filumunun temel mimarisi, bu büyük inşaat projesinin bir parçası olarak Kambriyen'in başlarında kurulmuştur

Hammadde ve Sanat: Niteliksel Bir Sıçrama

Ediakara: Hammadde

Ediakara'nın basit, özelleşmemiş yapıları çok hücreliliğin temel **hammaddesini** temsil eder

Kambriyen: Sanat Eseri

Kambriyen hayvanları; özelleşmiş organları, entegre sistemleri ve hiyerarşik vücut planlarıyla bu hammaddeden inşa edilmiş **sanat eserleridir**

Bütünün Planı

Göz, beyin, sinir sistemi gibi yapılar onları oluşturan hücrelerin basit bir toplamı değil; belirli bir plana ve gayeye göre düzenlenmelerinin ürünüdür

> 💭 Bir bütünün mimari planı, o bütünü oluşturan parçaların hiçbirinde tek başına mevcut değilse, bu planın kaynağı nedir?

Bilginin Kaynağı: Asıl Soru

→ Genler Araçtır, Mimar Değil

"Hox genleri yeni vücut planları inşa etti" gibi ifadeler süreçleri tanımlar; ancak bir gen, planı tasarlayan bir mimar değil, mevcut bilgiyi *taşıyan* bir araçtır

→ Zaman Yeterli Değil

Uzun bir zaman diliminin varlığı gerekli bir koşul olabilir; ancak bu uzun zaman, mühendislik planını kendi kendine oluşturmaz

→ Asıl Mesele: Bilginin Kaynağı

Asıl mesele zamanın uzunluğu değil, bu maddeyi sanatlı ve bütüncül formlara dönüştüren **mimari planın** — yani **bilginin** — kaynağıdır

Sonuç: Bütüncül Bir Değerlendirme

Ani, Küresel, Benzersiz

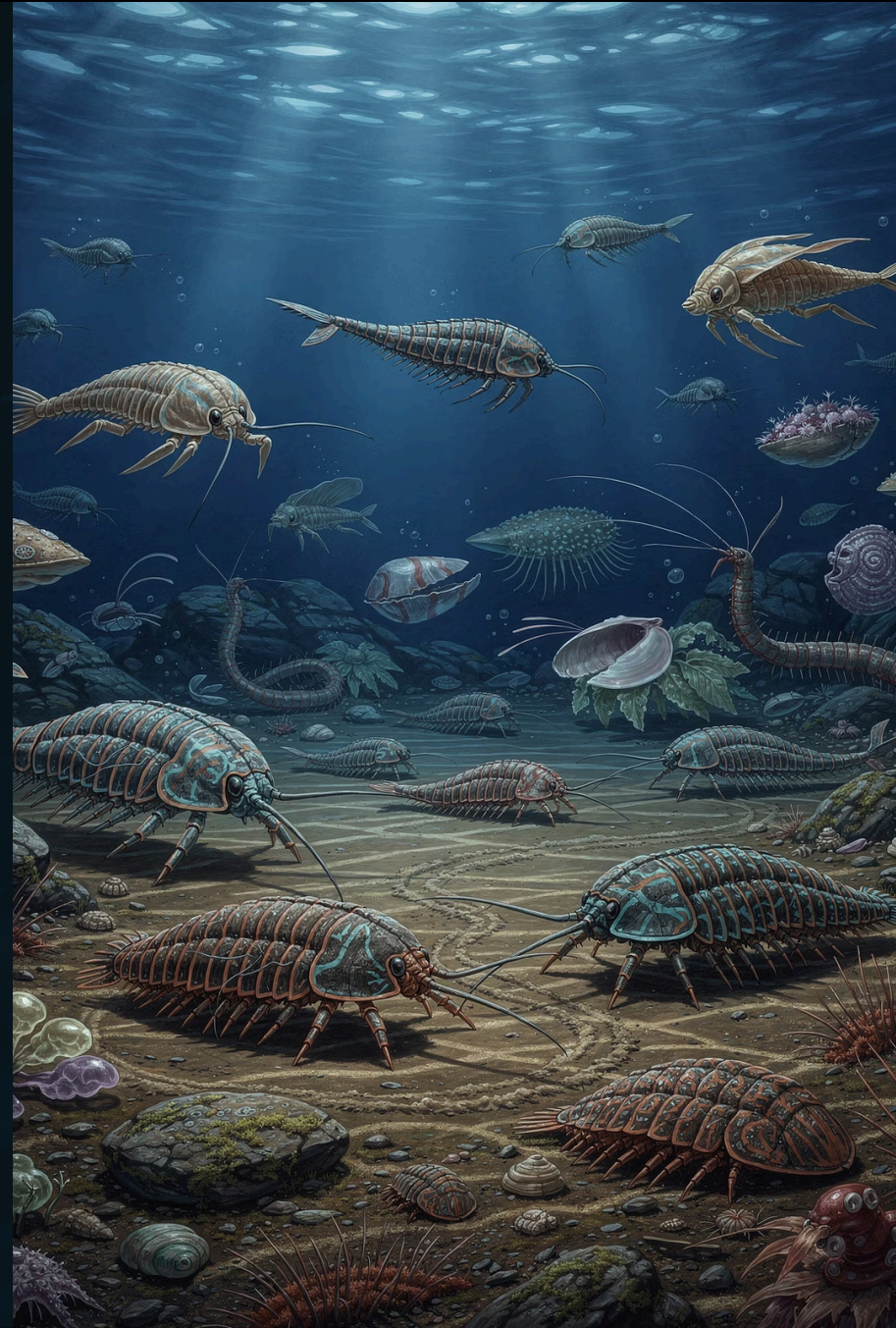
Kambriyen Patlaması jeolojik ölçekte ani, küresel ve benzeri görülmemiş bir olaydır

Entegre Sistemlerin Kurulumu

Yalnızca dış iskeletler değil; görme, sinirsel işlemleme, avcılık ve hareket gibi karmaşık işlevleri yerine getiren entegre sistemler de aniden kurulmuştur

Durağandan Karmaşığa

Fosil kayıtları, durağan Ediakara dünyasından modern ekosistemlerin karmaşıklığına geçişi belgeler

Merkezindeki Soru

Bu geçişin merkezinde duran soru şudur: Temel biyolojik bileşenler, *nasıl* sanatlı, işlevsel ve bütüncül formlara dönüştürülmüştür?